

- 1 -

**Verfahren zur Vorgabe der Übertragungscharakteristik einer Mikrophonanordnung und Mikrophonanordnung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Mikrophonanordnung nach dem 5 jenigen von Anspruch 9.

Bei der Empfangs- und Verarbeitungstechnik akustischer Signale besteht oft das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit einer Übertragungscharakteristik zu realisieren, welche in vorgegebener oder vorgebbarer Funktion der Einfallsrichtung der akustischen 10 Signale das elektrische Ausgangssignal erzeugen. Insbesondere besteht dabei das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit vorgegeben oder vorgebbar gerichteter Charakteristik zu realisieren, bei denen akustische Signale aus vorgegebenen Richtungsbereichen mehr, aus andern Richtungsbereichen weniger verstärkt auf 15 das Ausgangssignal wirken, bis hin zu Anordnungen mit praktisch in eine Richtung fokussierter Empfangscharakteristik.

Zur Realisierung solcher Übertragungscharakteristiken sind vielfältige Vorgehensweisen bekannt. Nur beispielsweise sei diesbezüglich auf die WO99/04598 bzw. die US 09/146784 (φ-Multiplikation) oder die WO99/09786 bzw. die US 09/168184 (φ-Filterführung) derselben Anmelderin verwiesen, wonach grundsätzlich aus der Phasenverschiebung auf Mikrophonanordnungen eintreffender akustischer Signale und deren gezielter Verarbeitung, erwünschte Übertragungscharakteristiken von Mikrophonanordnungen erwirkt werden. 25

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein weiteres Vorgehen vorzuschlagen, um eine erwünschte Übertragungscharakteristik in obgenanntem Sinne zu realisieren.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch ein Verfahren ein- 30 gangs genannter Art gelöst, bei dem an der Mikrophonanordnung mindestens zwei Submikrophonanordnungen vorgesehen werden, de-

- 2 -

ren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrophonanordnungen als Faktor, bildet.

Wenn wir im Rahmen der vorliegenden Anmeldung von "Saturierung" sprechen, so bedeutet dies, dass der Wert einer betrachteten mathematischen Funktion ab Erreichen eines vorgegebenen Wertes geklippt wird, so dass er entgegen dem Verlauf der mathematischen Funktion, ab Erreichen dieses Wertes konstant bleibt.

Obwohl eine Saturierung des erwähnten Produktes, d.h. des gewichteten Quotienten, auf einen minimalen Wert durchaus sinnvoll sein kann, wird bevorzugterweise vorgeschlagen, dass man das Produkt, jedenfalls auch, auf einen maximalen Wert saturiert.

Im weiteren kann der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebigen Wert ungleich Null einnehmen, somit durchaus auch den Wert 1.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die erwähnte Funktion eine Differenz aus einer gegebenenfalls einstellbaren Konstanten und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten mindestens genähert gleich dem Saturierungswert gewählt wird.

Im weiteren wird bevorzugterweise der erwähnte Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt, ohne Berücksichtigung ihrer Phasenlage.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der erwähnte Quotient im Rahmen folgender Funktion eingesetzt:

- 3 -

$$S = c_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_z|}{|c_N|} \right]_{satB} \right\}$$

5 worin bedeuten

S: Ausgangssignal der Mikrophonanordnung

A: Ein vorgegebener oder vorgebbarer Signalwert

10  $|c_N|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikro-  
phonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem  
Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die  
zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen  
soll15  $|c_z|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikro-  
phonanordnung20 satB: Saturierung des Quotienten auf einen vorgegebenen oder  
vorgebbaren maximalen Signalwert B

a: Vorgebbarer oder vorgegebener Faktor.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, insbesondere im  
Rahmen des Einsatzes der erfindungsgemässen Verfahrens für Hör-  
geräte, werden die Übertragungscharakteristiken der Submikro-  
phonanordnungen so gewählt, dass sie jeweils maximale Signal-  
verstärkungen aufweisen für aus im wesentlichen inversen Rich-  
tungen einfallende akustische Signale.25 Eine erfindungsgemäss Mikrophonanordnung eingangs genannter  
Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Verarbeitungseinheit  
eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem

- 4 -

Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang sowie einem Gewichtungs-  
eingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit einem Eingang  
der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die  
gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen  
5 und/oder einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ih-  
rem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verar-  
beitungseinheit wirkverbunden ist.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Mikro-  
phonanordnung sind in den Ansprüchen 10 bis 18 spezifiziert.

10 Das erfindungsgemäss Verfahren sowie die erfindungsgemäss Mi-  
krophonanordnung eignen sich insbesondere für den Einsatz an  
Hörgeräten.

Obwohl es durchaus möglich ist, das erfindungsgemäss Verfahren  
und die erfindungsgemäss Mikrophonanordnung mittels Signalver-  
arbeitung im Zeitbereich zu realisieren, wird in einer bevor-  
zugten Ausführungsform die Signalverarbeitung im Frequenzbe-  
reich vorgenommen, unter Einsatz von Zeitbereich/Frequenz-  
bereich-Wandlern bzw. Frequenzbereich/Zeitbereich-Wandlern.

15 Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Fi-  
guren erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1a

20 und b beispielsweise, die Übertragungscharakteristiken von  
zwei (a und b) erfindungsgemäss eingesetzten Submi-  
krophonanordnungen;

25 Fig. 2 über der Winkelachse  $\varphi$  gemäss den Fig. 1a bzw. 1b, in  
dB die Bildung einer Quotientenfunktion Q aus den  
Charakteristika gemäss den Fig. 1a und 1b sowie der  
Saturierung dieser Quotientenfunktion auf den maxima-  
len Wert 0 dB;

- 5 -

Fig. 3 ausgehend von der anhand von Fig. 2 erläuterten saturierten Quotientenfunktion, dieselbe saturierte Quotientenfunktion in linearer Verstärkungs-Skalierung und die Bildung einer Funktion F aus der Differenz besagter saturierter Quotientenfunktion bezüglich eines Festwertes;

5 Fig. 4 in Darstellung analog zu den Fig. 1a und 1b, schatzt, eine erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik;

10 Fig. 5 in Darstellung analog zu Fig. 4, eine weitere erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik, und

15 Fig. 6 in Form eines vereinfachten Signalfluss/Funktions-blockdiagrammes, die Realisation einer erfindungsgemässen Mikrophonanordnung.

Anhand der Figuren 1 bis 3 soll das erfindungsgemäss Vorgehen ohne Anspruch auf wissenschaftliche Exaktheit anhand von einfachen Übertragungscharakteristiken dargestellt werden, entsprechend je Kardoiden erster Ordnung. Anhand dieses übersichtlichen und einfachen Vorgehens werden dem Fachmann die Anleitungen gegeben, wie erfindungsgemäss auch ausgehend von komplexeren Übertragungsfunktionen eine erwünschte Übertragungscharakteristik realisiert werden kann.

25 Eine erste Submikrophonanordnung weise bezüglich ihrer Übertragungs- bzw. Verstärkungscharakteristik bezüglich auf sie einfallender akustischer Signale aus der Richtung  $\phi$  die in Fig. 1a zweidimensional dargestellte, dreidimensionale Übertragungscharakteristik auf. In Fig. 1b ist, in Darstellung analog zu Fig. 1a, die Übertragungscharakteristik einer zweiten Submikrophonanordnung dargestellt, welche bezüglich der Achse  $\pi/2; 3\pi/2$  spiegelbildlich zur Übertragungscharakteristik der ersten Sub-

- 6 -

mikrophonanordnung sei. Die Übertragungscharakteristik gemäss Fig. 1a sei mit  $c_N$ , diejenige gemäss 1b mit  $c_z$  bezeichnet.

5 In Fig. 2 ist über der Winkelachse  $\phi$  gemäss den Fig. 1a und 1b der Betrag der Übertragungscharakteristiken  $c_N$  bzw.  $c_z$  qualitativ und in dB dargestellt.

10 Bei auf die beiden Submikrophonanordnungen eintreffenden akustischen Einheitssignalen entsprechen die in den Fig. 1a und 1b dargestellten Übertragungscharakteristiken gleichzeitig den jeweiligen Signalwerten ausgangsseitig der betrachteten Submikrophonanordnungen.

15 Erfnungsgemäss wird nun aus diesen beiden Ausgangssignalwerten, welche ebenfalls mit  $c_N$  bzw.  $c_z$  bezeichnet seien, ein Quotient gebildet, beispielsweise

$$Q = \frac{|c_z|}{|c_N|} .$$

15

20 Es ergibt sich bei dieser Quotientenbildung die in Fig. 2 strichpunktiert qualitativ dargestellte Funktion Q mit einer Polstelle bei  $\phi = \pi$ . Bei realer Quotientenbildung wird der bei der Nullstelle der Nennerfunktion  $|c_N|$  resultierende Pol ohnehin abgefangen, d.h. die Quotientenfunktion Q wird saturiert. Bevorzugterweise wird die Quotientenfunktion auf einem vorgegebenen oder vorgebbaren Wert B saturiert, gemäss Fig. 1 vorzugsweise auf dem Wert "eins", bei Maximalwert der Übertragungsfunktionen gemäss den Figuren 1a, b von "eins".

25 Geht man nun davon aus, dass die Nennerübertragungscharakteristik, im vorliegenden Fall  $c_N$ , diejenige sei, welche für das zu erzielende Übertragungscharakteristik-Resultat die dominante sei, d.h. eine Übertragungscharakteristik sei, die in einem Winkelbereich eine hohe Signalverstärkung aufweist, in welchem auch die zu realisierende Wunschcharakteristik hohe Signalver-

30

- 7 -

stärkung aufweisen soll, so ist bereits jetzt der Vorteil der erfundungsgemässen Quotientenbildung ersichtlich. Von dieser für das anzustrebende Resultat dominanten Übertragungscharakteristik ergibt sich im Nullstellen-Winkelbereich eine Polstelle 5 des Quotienten. Der Nullstellen-Winkelbereich der dominanten Übertragungscharakteristik bzw. diejenigen Winkelbereiche mit verringriger Signalverstärkung werden aber diejenigen sein, die 10 zum Erhalt der Wunsch-Charakteristik zu verändern, d.h. zu „verbessern“ sind. Gerade dort besteht nun die Möglichkeit, einfach einzugreifen, nämlich durch Saturierung auf einen vor-gebbaren bzw. vorgegebenen konstanten Wert der Quotientenfunk-tion.

Aus Übersichtsgründen ist nun in Fig. 3 mit linearer Verstär-kungsskalierung die auf "1" saturierte Quotientenfunktion  $Q_{sat1}$  15 eingetragen. Daraus ist nun weiterhin ersichtlich, dass in den nicht saturierten Winkelbereichen, vorliegendenfalls zwischen 0 und  $\pi/2$  sowie zwischen  $3\pi/2$  und  $2\pi$ , die saturierte Quotienten-funktion  $Q_{sat1}$  den Verlauf einer gerichteten Übertragungscharak-teristik aufweist. Soll nun für die erwünschte zu realisierende 20 Übertragungscharakteristik ausgesprochene Richtcharakteristik erzielt werden, so wird der erfundungsgemäss auf den vorgegebe-nen Saturierungswert, am beschriebenen Beispiel „eins“ gesetzte Bereich der Quotientenfunktion dazu ausgenutzt, dort, d.h. in diesem Winkelbereich, eine definierte minimale Verstärkung der 25 erwünschten Übertragungscharakteristik zu erzielen. Am vorge-stellten Beispiel wird dies dadurch erreicht, dass die satu-rierte Quotientenfunktion von einem vorgegebenen bzw. vorgebba-ren Festwert A, beispielsweise und vorzugsweise im vorgestell-ten Beispiel mit dem Wert „eins“ subtrahiert wird. Es ergibt 30 sich die in Fig. 3 wiederum ausgezogen dargestellte Funktion

$$F = A - Q_{sat1}$$

bzw. als Spezialfall und bevorzugter Fall, die Funktion

- 8 -

$$F = 1 - Q_{\text{sat}}$$

Daraus ist ersichtlich, dass eine Übertragungsfunktion erzielt wurde,  $F$ , welche ausschliesslich im Winkelbereich

$$0 \leq \phi \leq \frac{\pi}{2} \text{ und } \frac{3\pi}{2} < \phi \leq 2\pi$$

5 eine nicht verschwindende Signalverstärkung aufweist.

Bezüglich des erfindungsgemässen Vorgehens kann nun folgendes ausgeführt werden:

10 • Grundsätzlich wird die zu realisierende Übertragungscharakteristik ausgangsseitig der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung als Funktion des auf einen vorgegebenen oder vor-gebbaren Maximalwert saturierten Quotienten der Ausgangs-signale zweier Submikrophonanordnungen mit unterschiedli-cher Übertragungscharakteristik realisiert.

15 Dabei wird bevorzugt, und wie noch gezeigt werden wird, die Quotientenfunktion  $Q$ , als Faktor, mit einem weiteren fest vorgegebenen oder einstellbaren Gewichtungsfaktor multipli-ziert, bevor am resultierenden Produkt die Saturierung er-folgt. In dem anhand der Figuren 1 bis 3 vorgestellten Bei-spiel ist der erwähnte Gewichtungsfaktor 1.

20 Im weiteren kann es durchaus vorteilhaft sein, die Saturie-rung am Produkt aus dem erwähnten Faktor und dem Quotien-ten, mindestens auch, bei Erreichen vorgegebener Minimal-werte vorzunehmen.

25 •• Die Quotientenbildung kann dabei direkt durch Quotienten-bildung der Signalamplitudenwerte, ohne Phasenberücksichti-gung erfolgen.

- 9 -

5 .. Obwohl gegebenenfalls das saturierte Produkt in Form einer anderen Funktion eingesetzt werden kann, generell also als  $F = F[(\alpha \cdot Q)_{\text{sata}}]$ , wird weitaus bevorzugt für die Realisierung einer gerichteten Charakteristik das erwähnte saturierte Produkt von einem vorgegebenen bzw. vorgebaren Festwert subtrahiert.

10 Wie noch gezeigt werden wird, ergibt sich auf höchst einfache Art und Weise durch Variation des erwähnten Festwertes und/oder des multiplikativen Faktors  $\alpha$  des saturierten Produktes die Möglichkeit, die angestrebte Richtcharakteristik zu variieren.

15 .. Als Submikrophonanordnungen können grundsätzlich alle bekannten Mikrophone und deren Kombinationen eingesetzt werden, die, wie gefordert in Einsatzposition und wie gefordert bezüglich Einfallsrichtung  $\phi$  auftreffender akustischer Signale, unterschiedliche Übertragungscharakteristiken aufweisen.

20 .. Insbesondere für die Realisation gerichteter Charakteristiken werden bevorzugterweise Submikrophonanordnungen eingesetzt, deren Übertragungscharakteristiken identisch, aber bezüglich Einfallsrichtung akustischer Signale invers gerichtet sind.

25 .. Die Realisation derartiger Mikrophonanordnungen kann insbesondere nach dem bekannten "delay and add"-Prinzip erfolgen.

30 Die eben genannten, invers wirkenden Mikrophonanordnungen können insbesondere auch bei dieser Realisationsform mit zwei Mikrofonen realisiert werden, deren Ausgänge, wie noch gezeigt werden wird, zur Bildung der beiden Submikrophonanordnungen jeweils zeitverzögert und entsprechend addiert werden.

- 10 -

- Es versteht sich von selbst, dass durch Weiterbildung des erfindungsgemässen Vorgehens mit drei und mehr Submikrophonanordnungen höchst komplexe Übertragungsfunktionen und Übertragungsfunktions-Kombinationen realisierbar werden.

5 Zusammengefasst wird nochmals die erfindungsgemäss bevorzugt eingesetzte Übertragungsfunktion wiedergegeben, nämlich:

$$S = C_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|C_2|}{|C_N|} \right]_{SAT3} \right\}$$

10 In Fig. 4 ist die Übertragungsfunktion dargestellt, welche aus invers gerichteten, identischen Kardoid-Übertragungscharakteristiken Ca erfindungsgemäss gebildet wurde, entsprechend der Übertragungsfunktion

$$S' = C_N \left\{ 1 - \left[ 1 \cdot \frac{|C_2|}{|C_N|} \right]_{SAT1} \right\}$$

15 In Fig. 5 ist die resultierende Übertragungscharakteristik dargestellt, wenn gilt:

$$S'' = C_N \left\{ 1 - \left[ 4 \cdot \frac{|C_2|}{|C_N|} \right]_{SAT1} \right\}$$

20 In Fig. 6 ist anhand eines vereinfachten Signalfluss/Funktions-blockdiagrammes eine nach dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitende Mikrophonanordnung beispielsweise dargestellt, insbesondere auch für den Einsatz an einem Hörgerät.

25 Gemäss Fig. 6 ist an der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung eingangsseitig eine Anordnung 1 mit mindestens zwei Submikrophonanordnungen 1a und 1b vorgesehen. An ihren Ausgängen A<sub>1a</sub> bzw. A<sub>1b</sub> erscheinen Ausgangssignale in Funktion der Richtung  $\phi$  auf die eingangsseitigen Mikrophone auftreffender akustischer

- 11 -

Signale. Wie in Fig. 6 dargestellt, können die beiden Submikro-  
5 phonanordnungen durchaus mittels eines einzigen Paares von Mi-  
krofonen realisiert werden, deren Ausgänge nach der Technik  
"delay and add" miteinander verkoppelt sind. Wesentlich ist,  
dass an den Ausgängen  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  grundsätzlich Signale mit un-  
terschiedlichen Übertragungscharakteristiken bezüglich der  
Richtung  $\phi$  eintreffender akustischer Signale erzeugt werden.

10 Vorzugsweise sind die Ausgänge  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  auf Zeitbe-  
reich/Frequenzbereich-Wandlereinheiten FFT 3a bzw. 3b geführt,  
sofern, wie bevorzugt, die nachfolgende Signalverarbeitung im  
Frequenzbereich erfolgen soll. Es sind die erwähnten Ausgänge  
15 mit Eingängen  $E_{5a}$  bzw.  $E_{5b}$  von Betragsbildungseinheiten 5a und  
5b wirkverbunden. Die Ausgänge der erwähnten Betragsbildungseinheiten  
sind, wie dargestellt, auf die Nenner- und Zähler-  
gänge N und Z einer Divisionseinheit 7 geführt. Über eine Ge-  
wichtungseinheit 9 mit an einem Steuereingang  $S_9$  vorgebbaren  
20 Gewichtungsfaktor  $\alpha$  multipliziert, ist der Ausgang A<sub>7</sub> mit dem  
einen Eingang  $E_{11a}$  einer Subtraktionseinheit 11 wirkverbunden.

Wie in Fig. 6 gestrichelt umrandet, bilden Divisionseinheit 7  
25 und Gewichtungseinheit 9 eine gewichtete Quotientenbildungseinheit 10. Der beispielsweise in Fig. 6 dargestellte an der Ge-  
wichtungseinheit 9 einstellbare Faktor  $\alpha$  kann beliebig von 0  
unterschiedliche Werte einnehmen.

Wie weiter in Fig. 6 schematisiert dargestellt, wird das Signal  
am Ausgang A<sub>9</sub> der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 ei-  
25 ner Saturierungseinheit 12 zugeführt, deren Ausgang erst dem  
Eingang  $E_{11a}$  zugeführt wird. An der Saturierungseinheit 12, welche selbstverständlich integral mit der gewichteten Quotienten-  
bildungseinheit 10 vereint sein kann, wird das Ausgangssignal  
30 der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 nach unten (im  
Block 12 von Fig. 6 gestrichelt angedeutet) und/oder nach oben  
auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert B - wie schema-

- 12 -

tisch dargestellt am Eingang  $s_{1b}$  eingestellt - saturiert. Dies dabei bevorzugterweise mindestens auch auf einen Maximalwert. An der Subtraktionseinheit 11 wird das dort anstehende Signal von einem am zweiten Eingang  $E_{11b}$  eingestellten oder einstellbaren Festwert A subtrahiert. Der Ausgang  $A_{11}$  der Subtraktions-  
5 einheit 11 ist mit dem einen Eingang  $E_{13a}$  einer Multiplikationseinheit 13 wirkverbunden, mit deren zweitem Eingang  $E_{13b}$  das Ausgangssignal derjenigen Submikrophonanordnung 1a wirkverbun-  
10 den ist, die auch mit dem Nennereingang N der Divisionseinheit 7 wirkverbunden ist. Gegebenenfalls zur Änderung des anhand der Fig. 1 bis 3 erläuterten Saturierungswinkelbereiches kann, wie bei 15 gestrichelt dargestellt, das Nennersignal, gegebenenfalls auch das Zählersignal, dem Eingang N bzw. dem Eingang Z der Divisioneingang 7 zugeführt, noch gewichtet werden.

15 Ausgangsseits der Multiplikationseinheit 13 erscheint das Ausgangssignal  $s_{out}$  der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung. Es weist die erwünschte Übertragungscharakteristik auf in Funktion des räumlichen Winkels  $\phi$ , mit welchem akustische Signale auf die eingangsseitige Mikrophonanordnung 1 auftreffen.

20 Wie bereits erwähnt wurde, werden bevorzugterweise für die Übertragungscharakteristiken der Submikrophonanordnungen 1a und 1b identische, zueinander richtungsinvers wirkende Charakteristiken gewählt. Durch Einstellung des Gewichtungsfaktors  $\alpha$ , des Saturierungswertes B, des Fixwertes A, gegebenenfalls weiterer Gewichtungsfaktoren wie  $\beta$ , wird die gewünschte Übertra-  
25 gungscharakteristik am Ausgangssignal  $s_{out}$  eingestellt.

Das erfindungsgemässen Verfahren und die erfindungsgemässen Mi-  
krophonanordnung eignen sich ausgezeichnet für den Einsatz an Hörgeräten, insbesondere auch aufgrund des geringen Signalver-  
30 arbeitungsaufwandes und der, wie anhand der Fig. 3 und 4 ge- zeigt wurde, ausgeprägten Möglichkeit, die Signalübertragung aus unerwünschten Einfallsrichtungen, wie von hinten bezüglich

- 13 -

eines getragenen Hörgerätes, zu unterdrücken. Für Hörgeräte werden bevorzugt anstelle von Submikrophonanordnungen mit Cardoid-Charakteristiken  $H_{ca}$  eher solche mit Hypercardoid-Charakteristiken  $H_{ca}$  (Fig. 5) eingesetzt.

- 14 -

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Vorgabe der Übertragungscharakteristik, mit welcher akustische Signale, die auf eine Mikrophonanordnung einfallen, in Funktion ihrer Einfallsrichtung in ein elektrisches Ausgangssignal gewandelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass an der Mikrophonanordnung mindestens zwei Submikrophonanordnungen vorgesehen werden, deren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vor-gebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrophonanordnungen als Faktor, bildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Produkt auf einen maximalen Wert saturiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebi-gen Wert ungleich Null einnehmen kann.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion eine Differenz aus einer - gegebenenfalls einstellbaren - Konstanten (A) und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten (A) mindestens genähert gleich dem Saturierungswert (B) gewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal nach folgender Funktion gebildet wird

- 15 -

$$\beta = c_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_z|}{|c_N|} \right]_{\text{satB}} \right\}$$

worin bedeuten

5 S: Ausgangssignal der Mikrophonanordnung

A: Ein vorgegebener oder vorgebbarer Signalwert

10 |c\_N|: Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikrophonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen soll.

15 |c\_z|: Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikrophonanordnung

satB: Saturierung des Produktes [] auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren maximalen Signalwert B

15 a: Vorgebbarer oder vorgegebener Faktor des Produktes.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungscharakteristiken der Submikrophonanordnungen maximale Verstärkungen für aus im wesentlichen inversen Richtungen einfallende akustische Signale aufweisen.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungscharakteristiken cardoid- oder, bevorzugt, hypercardoid-förmig sind.

9. Mikrophonanordnung mit mindestens zwei Submikrophonanordnungen, deren Übertragungscharakteristiken bezüglich der Rich-

- 16 -

tung auf sie eintreffender Signale unterschiedlich sind und deren Ausgänge auf Eingänge einer Verarbeitungseinheit geführt sind mit einem Ausgang, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang ?? sowie einem Gewichtungseingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit einem Eingang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen und/oder einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ihrem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

10 10. Mikrophonanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal der gewichteten Quotientenbildungseinheit auf einen maximalen Signalwert saturiert ist.

15 11. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem Gewichtungseingang ein beliebiger Gewichtungsfaktor ungleich Null fest oder einstellbar zugeführt ist.

20 12. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit über eine Differenzbildungseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

25 13. Mikrophonanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass einem zweiten Eingang der Differenzbildungseinheit ein fixes oder einstellbares Signal zugeführt ist, dessen Wert bevorzugterweise mindestens genähert gleich einem Saturierungswert des saturierten Ausgangssignals der gewichteten Quotientenbildungseinheit ist.

30 14. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingänge der Verarbeitungseinheit je über Betragsbildungseinheiten geführt sind, bevor sie

- 17 -

mit den Zähler- bzw. Nenner-Eingängen der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden sind.

15. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit mit dem einen Eingang einer Multiplikationseinheit wirkverbunden ist, deren zweiter Eingang mit dem Ausgang derjenigen Submikrophonanordnung wirkverbunden ist, welche mit dem Nennereingang der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden ist und dass der Ausgang der Multiplikationseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

16. Mikrophonanordnung nach den Ansprüchen 13 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der Differenzbildungseinheit mit dem einen Eingang der Multiplikationseinheit wirkverbunden ist.

15 17. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Ausgängen der Submikrophonanordnungen und den Eingängen der Verarbeitungseinheit je Zeit-/Frequenzbereichs-Wandler vorgesehen sind.

18. Mikrophonanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Submikrophonanordnungen Cardoid- oder Hypercardoid-Charakteristiken haben, bevorzugt letztere.

20 19. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 bzw. der Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 18 für Hörgeräte.

- 18 -

**Zusammenfassung:**

Zwei Ausgangssignale ( $A_{1a}$  und  $A_{1b}$ ) einer Mikrophonanordnung (1), welche unterschiedlich abhängig von der Einfallsrichtung ( $\phi$ ) akustischer Signale sind, werden dividiert (7). Ein Produkt aus 5 dem Divisionsresultat ( $A_1$ ) und einem Gewichtungsfaktor ( $\alpha$ ) wird saturiert (12) und von einem eingebaren Signalwert ( $A$ ) subtrahiert. Das Subtraktionsresultat wird mit demjenigen Ausgangssignal der Mikrophonanordnung (1) multipliziert (13), welches auch das Nennersignal für die Division (7) bildet. In Abhängigkeit 10 des Gewichtungsfaktors ( $\alpha$ ) des Saturierungswertes ( $B$ ) sowie des Subtraktionswertes ( $A$ ) wird zwischen Resultatsignal ( $S_{out}$ ) der Multiplikation und Einfallsrichtung ( $\phi$ ) auf die Mikrophonanordnung (1) einfallender akustischer Signale eine erwünschte Richtcharakteristik realisiert.

(Fig. 6)

15